



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

La huerta hidropónica: herramienta para un aprendizaje significativo en plantas

Autor/es

MARÍA PUY ANCIN MUGARZA

Director/es

RODRIGO MARTÍNEZ RUIZ

Facultad

Escuela de Máster y Doctorado de la Universidad de La Rioja

Titulación

Máster Universitario de Profesorado, especialidad Física y Química

Departamento

QUÍMICA

Curso académico

2017-18



La huerta hidropónica: herramienta para un aprendizaje significativo en plantas, de MARÍA PUY ANCIN MUGARZA

(publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported.

Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los titulares del copyright.

© El autor, 2018

© Universidad de La Rioja, 2018

publicaciones.unirioja.es

E-mail: publicaciones@unirioja.es

Trabajo de Fin de Máster

La huerta hidropónica: herramienta para un aprendizaje significativo en plantas

Autor:

María Puy Ancin Mugarza

Tutor/es: Rodrigo Martínez Ruiz

MÁSTER:

Máster en Profesorado, Física y Química (M02A)

Escuela de Máster y Doctorado



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

AÑO ACADÉMICO: 2017/2018

Índice

1. RESUMEN.....	3
2. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN.....	5
3. OBJETIVOS	9
4. MARCO TEÓRICO.....	11
5. ESTADO DE LA CUESTIÓN	13
6. METODOLOGÍA.....	15
6.1 Muestra.....	15
6.2 Responsables.....	16
6.3 Aspectos organizativos y formación del profesorado.....	16
6.4 Aplicación de la huerta hidropónica en los distintos grupos	17
6.5 Evaluación del proyecto de innovación	26
6.5.1 Evaluación del aprendizaje de los alumnos	26
6.5.2 Evaluación de los aspectos organizativos y docentes	28
6.5.3 Evaluación de la sostenibilidad del proyecto	29
7. RESULTADOS.....	31
7.1 El aprendizaje de los alumnos.....	31
7.1.1 Eficacia de la aplicación en el aprendizaje.....	31
7.1.2 Eliminación de las ideas previas.....	31
7.1.3 Interés y motivación	33
7.2 Los aspectos organizativos y docentes.....	34
7.3 La Sostenibilidad del proyecto.....	34
8. CONCLUSIONES	37
9. REFERENCIAS	39
10. ANEXOS	41

1. RESUMEN

Recientes estudios muestran que cada vez menos alumnos tienen interés y motivación por las ciencias y además, no logran un aprendizaje significativo en ciencias. En Biología, los alumnos tienen problemas con conceptos de los bloques de Fisiología del ser humano, Plantas, Animales, Ecología y Medio ambiente, Seres vivos, Genética y Evolución. Con objetivo de superar los problemas que tienen los alumnos en el bloque de las plantas, se propone poner en marcha la huerta hidropónica con alumnos de 1º de la ESO y 1º de Bachillerato. Con motivo de evaluar el proyecto durante la aplicación de este se va a analizar el aprendizaje del alumno, la motivación de los participantes (alumnado y profesorado), los aspectos organizativos y docentes y la sostenibilidad del proyecto. Se espera que los alumnos a lo largo de la aplicación del proyecto logren un aprendizaje significativo, la motivación de los participantes sea alta y que el proyecto sea sostenible.

Palabras clave: Hidroponía, aprendizaje significativo, ideas previas, Biología.

Recent studies show that fewer and fewer students are interested and motivated in science and also do not achieve significant learning in science. In Biology, students have problems with concepts of the blocks of Human Physiology, Plants, Animals, Ecology and Environment, Living beings, Genetics and Evolution. In order to overcome the problems that students have in the block of plants, it is proposed to start up the hydroponic garden with students. With the purpose of evaluate the project during the application of this will be analysed the student's learning, the motivation of the participants (students and teachers), the organizational and teaching aspects and the sustainability of the project. It is expected that the students throughout the application of the project will achieve a significant learning, the motivation of the participants will be high and that the project will be sustainable.

Keywords: Hydroponics, meaningful learning, previous ideas, Biology.

2. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

En la actualidad el sistema educativo se encuentra en permanente cambio, esto no ayuda al aprendizaje de los alumnos. En ciencia, cada vez son menos los alumnos que apuestan por esta opción, no muestran mucho interés y motivación por ciencia y los últimos resultados de PISA 2015 no sitúan en buen lugar a España en ciencia. Estos resultados se deben a que los alumnos tienen dificultades para conseguir un aprendizaje significativo en ciencia (Campanario y Otero, 2000). El aprendizaje significativo en ciencia tiene poco éxito, por un lado, aunque en los últimos años ha habido muchos descubrimientos en ciencia el currículo académico apenas ha cambiado. Por otro lado, continuamente se introducen nuevas metodologías formativas que los profesores tienen que aplicar y muchas veces se ven desbordados o no saben aplicarlas bien y se utiliza excesivamente el libro de texto (Campanario y Otero, 2000; Pozo y Gómez, 2006).

Se han observado en diferentes estudios que los alumnos de ESO tienen dificultades con conceptos de ciencias (Física, Química, Biología y Geología). Los alumnos tienen ideas previas erróneas, aun así, las mantienen a lo largo de la ESO y Bachillerato e incluso la siguen manteniendo en la Universidad (Jiménez, 2009; Banet, 2000).

En biología los alumnos no aprenden parte de lo que se les enseña, no logran un aprendizaje significativo. Los alumnos tienen dificultades con conceptos de los bloques de Fisiología del ser humano, plantas, Animales, Ecología y Medio ambiente, Seres vivos, Genética y Evolución (López Díaz, 2014).

En el bloque de plantas los conceptos erróneos que tienen son los siguientes:

- Las plantas se alimentan de agua y tierra.
- Equiparación entre fotosíntesis y respiración.
- No tienen reproducción sexual.
- Fotosíntesis de día y respiración por la noche.
- Dificultades para diferenciar el fruto y la fruta.

- Desinterés por la conservación de las plantas.

Respecto a la reproducción de las plantas, casi el 80 % del alumnado piensa que las plantas no tienen reproducción sexual. Sobre la nutrición de las plantas los alumnos también tienen ideas previas erróneas, el 85 % no conciben como procesos simultáneos en el tiempo la fotosíntesis y la respiración, no tienen claro cuándo se da cada proceso.

La creación de una huerta en un espacio del instituto no es una novedad, esta implantación se ha realizado por varios motivos, pero en la mayoría de los casos su implantación tiene como objetivo el aumento de interés del alumnado por las ciencias (Patchen, Zhang y Barnett, 2006) y por otro lado, animar al alumnado a comer frutas y verduras para ayudar a que se alimenten de forma saludable.

Estudios que se han hecho con la huerta hidropónica muestran que los alumnos se interesan en la puesta en marcha de la huerta, que están orgullosos de los vegetales que consiguen y se observa un aumento de la autoestima en los alumnos, sobre todo en las mujeres. Además, después de esta participación tienen actitud positiva para realizar otras tareas (Blair, 2009). Por otro lado, se ha visto una mejora en el conocimiento del sistema de las frutas y verduras, preocupación ambiental. un aumento en las habilidades cognitivas (Mabie y Baker, 2010; Waliczek et al., 2003) e interés por la ciencia (Klemmer et al., 2005).

Además de ser útil para poder eliminar conceptos erróneos de las plantas y lograr un aprendizaje significativo en plantas gracias a las actividades propuestas los alumnos van a aprender en que consiste la hidroponía, que cantidad de nutrientes necesita la planta o como ajustar en pH de la planta (Patchen, Zhang y Barnett, 2016).

En este proyecto de innovación se propuso la implantación de una huerta hidropónica, es un hecho que la puesta en marcha del cultivo en tierra es más habitual que la huerta hidropónica, pero aun así se propuso aplicar la huerta hidropónica ya que tiene las siguientes ventajas (Patchen, Zhang y Barnett, 2016):

- La producción es más rápida.
- La planta necesita menos espacio para su cultivo.
- Más fácil identificar los problemas de las plantas.
- No hay que utilizar tantos pesticidas.
- Sistema más limpio.
- Ahorro en agua y nutrientes (los nutrientes se pueden reutilizar).

3. OBJETIVOS

Se propone aplicar la huerta hidropónica en los cursos de 1º de la ESO y 1º de Bachillerato con los siguientes objetivos:

- Mejora del aprendizaje significativo de los alumnos en plantas.
- Aumento del interés y motivación por la ciencia.
- Análisis de los aspectos organizativos y docentes.
- Análisis de la sostenibilidad del proyecto.

4. MARCO TEÓRICO

A lo largo de la historia didáctica se han empleado distintos modelos con propósito de una mejora del aprendizaje en ciencias.

En el modelo transmisivo el profesor se encarga de “grabar” la información en el alumno, por tanto, el profesor es el artífice en el proceso de enseñanza y aprendizaje. El contenido debe estar estructurado y ser conceptual, la estructura de este aprendizaje es la siguiente:

- Introducción.
- Presentación de los nuevos conceptos.
- Relación con otros conceptos previamente definidos.
- Aplicaciones.

Con el objetivo de superar las dificultades que se producían con el modelo tradicional en los años 60-70 surgió el modelo por descubrimiento, fundamentado en la teoría de Piaget. En este modelo el alumno es el artífice del proceso de enseñanza aprendizaje y el profesor tiene un papel secundario, en la resolución de problemas lo que importa es el método y no el resultado. (Totorikaguena, 2013).

Tras el fracaso del modelo por descubrimiento los trabajos de Ausbel y Novak sobre el aprendizaje por recepción tuvieron gran importancia. Los dos autores estaban de acuerdo en que el aprendizaje es el proceso en el que se relacionan los conocimientos adquiridos con los conceptos que ya se conocían anteriormente (Totorikaguena, 2013). De esta forma se desarrolla el aprendizaje significativo, donde las ideas previas de los alumnos tienen gran importancia (modelo constructivista).

Actualmente el modelo más aceptado es el modelo constructivista, se basa el construir conocimiento partiendo de las ideas de la persona. Se propone un cambio conceptual, esto es, sustituir las ideas previas erróneas por explicaciones científicas adecuadas.

Sin embargo, no se han obtenido los resultados esperados con este modelo. Se ha observado que los alumnos aprenden los conceptos básicos pero no consiguen un aprendizaje significativo en ciencias (Campanario y Otero, 2000; Totorikaguena, 2013)

Los alumnos tienen ideas previas erróneas, gran parte de los autores coinciden que el origen está en la percepción de la experiencia cotidiana, como

por ejemplo, el lenguaje que se emplea en el entorno social y en los medios de comunicación (Campanario y Otero, 2000). También hay que añadir el mal uso de la metodología por parte de los docentes, los profesores se basan en una transmisión de conocimientos científicos y no le dan importancia a las ideas previas que tienen los alumnos (Campanario y Moya, 1999).

5. ESTADO DE LA CUESTIÓN

Se ha propuesto aplicar la huerta hidropónica en los cursos 1º de ESO y 1º de Bachillerato en la asignatura de Biología y Geología, ya que en ambos cursos hay dos UUDDs que están relacionadas con las plantas.

Es un hecho que los alumnos tienen dificultades con un aprendizaje significativo en ciencias, se ha pensado en aplicar la huerta hidropónica para que los alumnos mediante la experimentación logren ese aprendizaje significativo y motivación e interés por la ciencia.

Uno de los problemas de los centros suele ser que tienen pocos laboratorios y los alumnos pocas veces pueden asistir a unas prácticas experimentales en ellos. Por ello, se ha propuesto poner en marcha los sistemas dentro del aula para que los alumnos puedan observar el progreso día a día sin tener que ir al laboratorio. Además, los sistemas no requieren mucho espacio y se pueden poner en marcha en cualquier aula.

Como ejemplo, el proyecto se puede implementar en el IES Práxedes Mateo Sagasta, que se sitúa en Calle Muro del Carmen, 7-5, 26003 Logroño, La Rioja. Actualmente debido a la remodelación que está sufriendo se ha desplazado a la Calle Luis de Ulloa, 37, 26004 Logroño, La Rioja. Durante la remodelación para la impartición de las clases se eligió una residencia de estudiantes y un antiguo edificio I.E.S “Comercio”.

El espacio es limitado, tienen solo tres laboratorios para todos los cursos y cada grupo pocas veces acude al laboratorio, el aprendizaje se basa básicamente en el libro de texto. Por ello, se ha pensado en instalar la huerta hidropónica en el aula ya que permite que los alumnos la pongan en marcha y vean el crecimiento de las plantas sin tener que ir a los laboratorios. Además de eso la huerta hidropónica también sirve para realizar actividades y poder aplicar los contenidos que se imparten con el libro de texto.

6. METODOLOGÍA

6.1 Muestra

Se ha propuesto aplicar la huerta hidropónica en 1º de ESO y 1º de Bachillerato en la asignatura de Biología y Geología.

La asignatura de Biología y Geología en 1º de la ESO es troncal, por lo tanto, se imparte en todos los grupos de 1º de la ESO 4 horas a la semana. Para el cálculo de los grupos en los que se va a aplicar la huerta hidropónica se ha elegido como ejemplo el instituto Práxedes Mateo Sagasta. En 1º de la ESO en el curso 2017/2018 han sido 4 grupos, se cree que en el curso 2018/2019 también habrá 4, por ello se ha propuesto aplicar esta herramienta en los 4 grupos.

Para los alumnos de 1º de la ESO la asignatura de Biología y Geología es nueva ya que en primaria tenían Ciencias Naturales, esto puede hacer que el interés sea alto ya que se enfrentan a una asignatura nueva. Estos alumnos se sitúan en 12-13 años, aunque puede haber algún repetidor de 14 años también. Por lo tanto, están en la adolescencia temprana donde ocurren cambios a nivel físico, social, emocional y cognitivo, y por lo general un mayor desarrollo físico y emocional en las chicas. Todos ellos se encuentran en la búsqueda de la propia identidad.

La asignatura de Biología y Geología de 1º de Bachillerato es una asignatura troncal de opción, se imparte 4 horas y solo en un grupo. Se ha propuesto aplicar la huerta hidropónica en un grupo, ya que se cree que en el curso 2018/2019 solo habrá un grupo donde se impartirá Biología y Geología.

Los alumnos de 1º de Bachillerato pueden estar interesados en la asignatura, ya que han elegido primero la opción de ciencias y luego Biología Y Geología. Estos alumnos se sitúan en 16-17 años, aunque puede haber algún alumno con 18 años (repetidor), están en la adolescencia tardía donde ocurren cambios a nivel físico, social, emocional y cognitivo, y por lo general un mayor desarrollo físico y emocional en las chicas. En la adolescencia dentro de los cambios que se dan en el pensamiento destaca la capacidad de formular hipótesis (el razonamiento hipotético-deductivo), además de capacidad de

pensar en abstracto y el uso de la lógica proposicional. Además, se empiezan a tener planes de futuro (amistad, pareja, futuro académico).

6.2 Responsables

Teniendo en cuenta que esta herramienta se va a aplicar en la asignatura de Biología y Geología se propone que los responsables de este proyecto de innovación sean los siguientes:

- Director/a
- Secretario/a
- Jefe/a de estudios
- Jefe/a de departamento de Ciencias Naturales
- Profesorado del departamento

El secretario es el responsable ante la administración y será el encargado de conseguir el material necesario para la puesta en marcha de la huerta hidropónica.

La jefa de estudios estará presente en las reuniones para coger nota de todo lo que se acuerde en ella.

El jefe de departamento se encargará de que todos los profesores estén coordinados a la hora de aplicar esta herramienta.

Los profesores aplicaran directamente la herramienta con los alumnos, para ello en esencial que tengan una buena formación.

6.3 Aspectos organizativos y formación del profesorado

Antes de poner en marcha la huerta hidropónica en el aula tendrán lugar una serie de reuniones:

Reunión 1: El director reunirá al secretario, jefa de estudios, jefe de departamento de ciencias naturales y a los profesores de ese departamento.

En esta reunión el director notificará lo siguiente:

- Problema a que se enfrenta.
- Objetivos de la aplicación de la herramienta.

- Fecha de inicio del proyecto.
- Lugar y fecha de la formación.
- Material necesario para llevar a cabo esta herramienta.
- Resolver dudas que se puedan generar.

Reunión 2: En esta ocasión todos los miembros se reunirán para recibir información general acerca del proyecto de innovación. Se reunirá a todos los responsables en esta primera reunión para que sepan en qué consiste la hidroponía y que conozcan cual es el papel de cada uno de ellos.

Reunión 3: En esta reunión se van a reunir el jefe de departamento y los profesores de este departamento, en este caso el jefe de departamento será el encargado de formar a los profesores sobre el sistema hidropónico. Teniendo en cuenta que los profesores imparten clase en la asignatura de Biología y Geología, son profesores que tienen una base sobre el tema por lo que la formación se realizara en dos sesiones:

- Sesión 1: se explicarán lo siguiente puntos:
 - Como poner en marcha un sistema de huerta hidropónica.
 - Lo esencial para su mantenimiento:
 - Cada cuanto se cambia el agua.
 - Cuáles son los nutrientes esenciales para las plantas.
 - Cuál es el pH óptimo de la solución.
- Sesión 2: Se reunirán todos otra vez después de haber pasado dos meses para observar cómo ha sido el crecimiento de las plantas. Durante estos dos meses los profesores y el jefe de departamento se habrán ido turnando para encargarse de mantenimiento del sistema hidropónico. Una vez visto todo el proceso se decidirán las actividades y la duración de estas para cada curso, teniendo en cuenta la edad y heterogeneidad de los alumnos.

6.4 Aplicación de la huerta hidropónica en los distintos grupos

Se propondrá aplicar la huerta hidropónica en la asignatura de Biología y Geología de 1º de la ESO y 1º de Bachillerato.

En 1º de la ESO se aplicará en las Unidades Didácticas (UDD) de La célula y Las plantas que están encuadradas dentro del bloque III: La biodiversidad en el planeta tierra según el Decreto 19/2015 de 12 de Junio (B.O.R.19/06/2015).

Los contenidos que se trabajan en estas UDD son las siguientes:

- La célula. Características básicas de la célula procariota y eucariota animal y vegetal.
- Plantas: Musgos, helechos, gimnospermas y angiospermas. Características principales, nutrición, relación y reproducción.

En 1º de Bachillerato se aplicará en las UDD de Histología (Bloque III: Histología) y Las plantas. Sus funciones y adaptaciones al medio (bloque V) encuadradas en el Decreto 21/ 2015, de 26 de Junio (B.O.R 21/06/2015).

Los contenidos que se trabajan son los siguientes:

- Histología:
 - Concepto de tejido, órgano, aparato y sistema.
 - Principales tejidos animales: estructura y función.
 - Principales tejidos vegetales: estructura y función.
 - Observaciones microscópicas de tejidos animales y vegetales.
- Las plantas. Sus funciones y adaptaciones al medio.
 - Funciones de nutrición en las plantas. Proceso de obtención y transporte de los nutrientes.
 - La fotosíntesis.
 - Funciones de relación en las plantas. Los tropismos y las nastias. Las hormonas vegetales.
 - Funciones de reproducción en los vegetales. Tipos de reproducción. Los ciclos biológicos más característicos de las plantas. La semilla y el fruto.
 - Las adaptaciones de los vegetales al medio.
 - Aplicaciones y experiencias prácticas.

En todos los grupos de 1º de la ESO se utilizará esta herramienta de la misma forma y se realizarán las mismas actividades, al ser cuatro grupos es muy importante que la coordinación entre los profesores que imparten Biología y Geología en 1º de la ESO sea buena.

La huerta hidropónica se aplicará en dos UUDs del bloque III, este bloque se imparte a final de la segunda evaluación y en la tercera evaluación. Para poder aplicarla en estas UUDs es esencial que las semillas hayan germinado y las plantas hayan crecido, por ello la puesta en marcha del sistema se hará al principio de la segunda evaluación.

Por cuestión de tiempo la puesta en marcha y el mantenimiento de la huerta hidropónica y la actividad 3 se va a realizar en un periodo extraescolar, mientras que las demás actividades se van a realizar en las horas lectivas de la asignatura de Biología y Geología.

En la actividad 1 el objetivo principal es poner en marcha la huerta hidropónica, que los alumnos sean capaces de hacerlo gracias a la información que les aporta el profesor y a la ayuda de él. En esta actividad los alumnos se van a dividir en grupos de 4-5 personas, cada grupo pondrá en marcha un sistema en el que sembrarán lechugas, tomates y zanahorias y así por cada clase se pondrán en marcha 5 sistemas. En esta actividad los alumnos adquirirán conceptos relacionados con la hidroponía y conocerán los elementos esenciales que necesita una planta (Tabla 1).

En los sistemas hidropónicos es fundamental que las plantas tengan los nutrientes esenciales, también es importante que el pH de la solución siempre sea el óptimo, en la huerta hidropónica este pH puede variar con más facilidad, cada profesor tendrá un pH metro y se encargará de medir el pH periódicamente delante de los alumnos.

Después de poner en marcha la huerta hidropónica cada grupo se encargará del mantenimiento del sistema, sobre todo se encargarán de vigilar si el funcionamiento de sistema es adecuado y si el crecimiento de las plantas también lo es. A cada grupo se le otorgará un pequeño cuaderno donde apuntar los cambios que se producen en las plantas, cada semana un alumno

del grupo se encargará de indicar si ha germinado la semilla, cuantos centímetros han crecido las plantas, aparición de hojas, flores, frutos, si hay alguna anomalía en alguna planta, el pH y el día que se ha realizado el último cambio de la solución.

La solución hay que cambiarla cada 15 días, esta agua se puede reutilizar regando otras plantas de cultivo en tierra ya que es muy nutritiva. El cambio de la solución la realizarán los miembros del grupo bajo la supervisión del profesor o profesora (Anexo 1).

Tabla 1. Organización de las actividades realizadas con la huerta hidropónica en 1º de la ESO.

Actividad	Agrupamiento	Temporalización	Materiales	Responsables y tareas
1: Puesta en marcha de la huerta hidropónica	Grupos de 4-5 personas	30 min	Bandeja de cultivo Bomba aireadora PH metro Lámpara Sustrato: Lana de roca Semillas(tomate, lechuga y zanahoria) Agua y solución nutritiva	Profesor/a: Supervisar la correcta puesta en marcha y ayudar a los alumnos aportándoles información para que puedan hacerlo de forma autónoma. Alumnos: Puesta en marcha y cuidar todo el material adecuadamente.

Las siguientes actividades propuestas servirán como refuerzo del contenido anteriormente impartido en clase (Tabla 2).

En la actividad 2 el profesor o la profesora antes de la sesión realizarán una preparación de células de la piel (animal) y células de las plantas del tomate del sistema.

Los alumnos pasarán uno por uno para observar las dos preparaciones, y una vez que todos los alumnos las han observado el profesor o la profesora la proyectara en la pizarra para que los alumnos las dibujen en el cuaderno e identifiquen las estructuras celulares incluyendo las que son diferentes (pared celular, vacuola, cloroplasto,...).

En esta actividad los alumnos identificarán las características que tienen las células respecto a la materia inerte, además dentro de las células pueden

diferenciar entre células procariotas y eucariotas y entre células animales y vegetales.

En la actividad 3 se van a fortalecer los contenidos relacionados con la respiración y fotosíntesis en las plantas. Para ello, por grupos de 4-5 personas (los mismos grupos que llevan el sistema hidropónico) realizarán el siguiente experimento (Anexo 1):

En este experimento los alumnos utilizarán las plantas de la huerta hidropónica, cada grupo tendrá 3 tubos de ensayo (a,b y c) y les añadirán 10 mL de agua. En los tubos b y c con una pajita se les añadirá aire y a continuación se les echará unas gotas de bromotimol, en el tubo a se podrá observar un color azul mientras que en el b y c se observará un color verde (debido a que contiene aire, CO_2). Además, al tubo b y c se les añadirá una hoja de lechuga y el tubo c se tapará con papel de aluminio y se dejarán todos los tubos a la luz y después de media hora se quitará el papel de aluminio y se observará el color de cada tubo. Este experimento sirve para que los alumnos conozcan la función de nutrición de las plantas y se den cuenta de su importancia para la vida.

En la actividad 4 los alumnos individualmente observarán una flor de tomate de su sistema hidropónico e intentarán identificar todas las estructuras del órgano reproductor. Los alumnos sabrán identificarlas gracias a que anteriormente se habrá dado el contenido relacionado con la reproducción y tendrán algunas imágenes de referencia. En esta actividad los alumnos van a conocer la función de la reproducción, cuáles son los órganos reproductores y que es necesario para que se dé la reproducción (Anexo 1).

En la actividad 5 los alumnos tendrán que clasificar tanto las plantas de su huerta hidropónica como otras propuestas por el profesor o profesora mediante una guía. Los alumnos en esta actividad los alumnos van a aprender a usar claves dicotómicas para clasificar las especies de plantas (Anexo 1).

Tabla 2. Continuación.

Actividad	Agrupamiento	Temporalización	Materiales	Responsables y tareas
2: observación de una célula animal y vegetal	Individual	20 min	Sistema hidropónico Porta Cubre Microscopio Pinzas Bisturí Agua	Profesor/a: Realizar la preparación celular (animal y vegetal). Alumno: Identificar las principales diferencias Realizar una ilustración e indicar las partes.
3: Nutrición: respiración y fotosíntesis	Grupo de 4-5 personas	30 min	Sistema hidropónico Pajita Tubos de ensayo Agua destilada Bromotimol Papel de aluminio Cúter	Profesor/a: Supervisión del experimento que realiza cada grupo. Alumno: Realización del experimento
4: Reproducción	Individual	30 min	Sistema hidropónico Cúter Lupa	Profesor/a: Supervisión de cada alumno. Alumno: Dibujar una flor de la planta de tomate e indicar cada parte.
5: Clasificación de las plantas	Parejas o tríos (2 por grupo)	40 min	Ordenador (internet) Sistema hidropónico	Profesor/a: Supervisión de la actividad. Alumno: Clasificar las plantas del sistema y otras propuestas por el/la profesor/a mediante una guía.

Habitualmente en 1º de Bachillerato solo se imparte la asignatura de Biología y Geología en un grupo, hay que tener en cuenta que esta asignatura es troncal de opción y que solo hay en total 4 grupos en 1º de Bachillerato.

La huerta hidropónica se va a utilizar en los bloques III y V. Para que se pueda utilizar en el bloque III es necesario que la huerta hidropónica se ponga en marcha nada más comenzar el curso. Por cuestión de tiempo, se ha propuesto que las actividades 1,2 y 4 se realicen en un periodo extraescolar y que las demás se apliquen en la asignatura de Biología y Geología.

Por lo tanto, la actividad 1 se va a realizar antes de empezar con la UD de Histología. Para empezar, se va a dividir la clase en grupos de 4-5 personas. Cada grupo buscará información sobre cómo poner en marcha la huerta

hidropónica y como mantenerla adecuadamente para que se dé una buena producción (tabla 3).

Cada grupo sembrará semillas de tomate, fresa, hierbabuena y remolacha para ello tienen 6 orificios en la bandeja del cultivo, se recomienda sembrar al menos dos en cada orificio. Una vez puesto en marcha los alumnos serán los encargados de cambiar la solución cada 15 días y medir y ajustar el pH, teniendo en cuenta la edad de los alumnos van a tener más responsabilidades que los de 1º de la ESO, el profesor estará para poder resolver dudas. A los alumnos de 1º de Bachillerato también se les dará un pequeño cuaderno donde apuntar los cambios que se producen semanalmente, en este caso ellos se repartirán esta tarea y el profesor solo se preocupará de vigilar si lo están haciendo adecuadamente (Anexo 2).

La actividad 2 se va a realizar en la misma sesión, en esta actividad se va a plantear un problema que tiene una persona con la huerta hidropónica, se puede observar que en un tiempo las plantas han empeorado, las hojas se han vuelto de color amarillo, recientemente este agricultor ha cambiado de solución nutritiva. Los alumnos tendrán que analizar esa composición y debatir en grupo que elemento esencial creen que falta y así poder responder a este agricultor adecuadamente. Además, este agricultor les pedirá a cada grupo que busquen información sobre 5 elementos esenciales (función, localización y concentración en las plantas). En la sesión se les dará 10 minutos y tendrán que hacer esta actividad en grupos pero fuera del horario de clase y entregárselo al profesor (Anexo 2).

Tabla 3. Organización de las actividades realizadas con la huerta hidropónica en 1º de Bachillerato.

Actividad	Agrupamiento	Temporalización	Materiales	Responsables y tareas
1: Puesta en marcha de la huerta hidropónica	Grupos de 4-5 personas	30 min	Bandeja de cultivo Bomba aireadora PH metro Lámpara Sustrato: Lana de roca Semillas (tomate, fresa, hierbabuena y remolacha) Agua y solución nutritiva	Profesor/a: Supervisar la correcta puesta en marcha. Alumnos del grupo: Búsqueda de información necesaria para su puesta en marcha, puesta en marcha, cuidar todo el material adecuadamente, medir el pH y cambiar la solución cada 15 días.
2: Resolución de un problema que tienen las plantas del sistema hidropónico.	Grupos de 4-5 personas	10 min	Ordenador (internet) Sistema hidropónico	Profesor/a: Plantear la actividad Corregir la solución Alumnos: Dar una solución al problema planteado y búsqueda de información sobre 5 elementos esenciales.

En la actividad 3 los alumnos en parejas harán una preparación celular con tejido de una de sus plantas y a continuación las observarán en el microscopio, identificando las estructuras que observan (Tabla 4). En esta actividad los alumnos identificarán las células y serán capaces de relacionarlas con la función que tienen.

La actividad 4 se realizará después de haber dado el contenido sobre la transporte de los nutrientes desde las pelos absorbentes hasta los tejidos conductores, el transporte a través de la membrana celular y los tipos de transportes.

Los alumnos realizarán esta práctica en grupos de 4-5 personas y consistirá en analizar la permeabilidad de la membrana en función de la temperatura y en la solución que se disuelve. Para ello, se utilizará un perforador para poder obtener discos de remolacha que se van a meter durante 1 minuto en 50,60 y 70°C y luego se dejarán en un vaso de precipitado hasta final de la clase. Otros discos también se congelarán en -20°C durante 15 min y luego se dejarán en agua hasta final de la clase, y otros dos discos se meterán en etanol 60% y

acetona 30%. Al finalizar la sesión se observara en que situaciones es más permeable la membrana para ello observarán y compararán el color que tiene cada vaso (Anexo 2).

En la actividad 5 después de haber dado el contenido sobre la reproducción se van a polinizar las plantas de los tomates, para ello cada grupo usara pinceles para poder coger el polen de la parte masculina de la flor y con el mismo pincel tocar la parte femenina para que se fecunde el óvulo. En esta actividad los alumnos van a entender el proceso de polinización y la doble fecundación en las espermafitas, además de entender la formación de la semilla y fruto.

En la actividad 6 los alumnos van a coger los tomates verdes que se producen después de la fecundación, es importante que esos tomates estén verdes ya que se van a madurar. Esta actividad la van a realizar después de haber dado el contenido de las hormonas, el etileno es la hormona de maduración del fruto, por ello los tomates se van a untar con whisky, que contiene etileno y así en dos días obtener tomates maduros. Los alumnos podrán conocer en la práctica la función del etileno.

Tabla 4. Continuación.

Actividad	Agrupamiento	Temporalización	Materiales	Responsables y tareas
3: observación de tejido vegetal	Parejas	30 min	Sistema hidropónico Porta Cubre Microscopio Pinzas Bisturí Agua	Profesor/a: Supervisar a los alumnos. Alumno: Identificar las células y dibujar el tejido que observan en diferentes aumentos.
4: Práctica de la permeabilidad de la membrana	Grupo 4-5 personas	50 min	Remolacha Perforador Agua Vasos de precipitado Tubos de ensayo Termómetro Estufa Cronometro Etanol (60%) Acetona (30%)	Profesor/a: Supervisión del experimento que realiza cada grupo Alumno: Realización del experimento.
5: Polinización	Grupo 4-5 personas	20 min	Sistema hidropónico Pincel	Profesor/a: Supervisión de cada alumno. Alumno: Polinizar las plantas de tomate.
6: Maduración del fruto	Grupo 4-5 personas	20 min	Sistema hidropónico Whisky Recipiente de plástico	Profesor/a: Supervisión de la actividad y Aportar información. Alumno: Realizar el experimento

6.5 Evaluación del proyecto de innovación

A la hora de evaluar el proyecto se va a tener en cuenta el aprendizaje de los alumnos, la sostenibilidad del proyecto y los aspectos organizativos y docentes a lo largo de la implantación del proyecto.

6.5.1 Evaluación del aprendizaje de los alumnos

Eficacia de la aplicación en el aprendizaje

Se va a analizar la eficacia de la huerta hidropónica como herramienta el aprendizaje significativo de bloques como las plantas o los tejidos. Para ello, se van a comparar los resultados de la evaluación diagnóstica y la evaluación

sumativa de 1º de la ESO y Bachillerato (Anexo 3) y los resultados del curso anterior.

Las evaluaciones diagnósticas en los dos cursos (1º de la ESO y 1º de Bachillerato) se van a realizar antes de empezar con las UUDDs mediante un test de 5 preguntas, donde la respuesta es de opción múltiple o verdadero/falso.

Las evaluaciones sumativas de 1º de la ESO y 1º de Bachillerato se van a realizar después de haber aplicado la huerta hidropónica. En 1º de la ESO el examen será un test de 20 preguntas, mientras que en 1º de Bachiller será de 8 preguntas a desarrollar y una pregunta de tipo test.

No se van a tener en cuenta los grupos, esto es, se van a comparar todos los resultados del curso 2018/2019 de 1º de la ESO, sin diferenciar los grupos (1ª, 1B, 1C y 1D).

Eliminación de las ideas previas

Los resultados de la evaluación sumativa también servirán para analizar si hay un cambio conceptual y un aprendizaje significativo, para ello, se analizarán si han eliminado las ideas previas erróneas.

Para analizar las ideas previas que tienen los alumnos en 1º de la ESO después de las UUDD, se van a analizar las preguntas Nº 6, 12, 14 de la evaluación sumativa para ver si las siguen manteniendo. Estas preguntas están relacionadas con las siguientes ideas previas erróneas:

- Nº 6: Las plantas se alimentan de agua y tierra.
- Nº 12: Fotosíntesis de día y respiración de noche.
- Nº 14: Las plantas no tienen reproducción sexual.

Para analizar las ideas previas que mantienen los alumnos de 1º de Bachillerato se van a observar las respuestas del ejercicio 9 de la evaluación sumativa, ya que están relacionadas con las ideas previas erróneas que suelen mantener los alumnos:

- Nº 9.a: Las plantas se alimentan de agua y minerales.

- Nº 9.b: Equiparación entre fotosíntesis y respiración.
- Nº 9.c: Fotosíntesis de día y respiración por la noche.
- Nº 9.d: No tienen reproducción sexual.

Interés y motivación

Por otro lado, también se pretende analizar el interés y la motivación por la ciencia o la autoestima que tienen los alumnos de los dos cursos después de haber aplicado la herramienta, para ello los alumnos de 1º de la ESO Y 1º de Bachillerato realizarán una encuesta antes y después de su utilización. Se les hará una encuesta donde se pregunte por el interés y motivación que tienen sobre las plantas, capacidad que tienen de hacer por si mismos las cosas, si se sienten orgullosos de sembrar, plantar y cosechar por sí mismos y también sobre la alimentación saludable. Los alumnos evaluarán estos aspectos del 1 a 5, donde 1 es el peor valor y el 5 el mejor (Anexo 4).

6.5.2 Evaluación de los aspectos organizativos y docentes

Durante la aplicación de la huerta hidropónica se van a evaluar los aspectos organizativos y docentes.

Para empezar, antes de la puesta en marcha de la huerta hidropónica se van a evaluar los aspectos organizativos consultando la opinión de todos los responsables del proyecto (inicio de proyecto, duración, los problemas a superar,...).

Una vez que los profesores responsables de los grupos en los que se va a aplicar la herramienta han recibido la formación se les hará una evaluación para analizar si la formación es adecuada o se necesita ampliarla con más sesiones, al mismo tiempo también tendrán que rellenar una encuesta dando su opinión acerca de la formación y motivación.

Se ha pensado en que las evaluaciones y las encuestas de los profesores sean anónimas, ya que lo que interesa es saber su opinión y si tienen la formación adecuada. Si hay diferencias en los resultados de unos y otros se ha pensado en ampliar la formación para todos ellos, es muy importante que los profesores no se preocupen por sus resultados, por ello se optará por el anonimato.

Tanto la formación del profesorado y la motivación como la evaluación de los aspectos organizativos se van a ir realizando periódicamente, para analizar el progreso del proyecto y poder hacer frente a cualquier problema que surja.

6.5.3 Evaluación de la sostenibilidad del proyecto

La aplicación de la huerta hidropónica se ha propuesto en un instituto público donde espacio es reducido y no siempre es posible acudir al laboratorio.

El presupuesto que tiene un proyecto como este es muy importante para poderlo aplicar en distintos institutos. Por ello, se va a realizar una evaluación del coste que supone poner en marcha un proyecto como este.

7. RESULTADOS

7.1 El aprendizaje de los alumnos

7.1.1 Eficacia de la aplicación en el aprendizaje

Antes de empezar con la puesta en marcha de la huerta hidropónica por parte de los alumnos se les va a realizar a los cuatro grupos de 1º de la ESO una evaluación diagnóstica mediante un test. Se espera que los resultados de este test so sean buenos, ya que esta evaluación se realiza antes de la aplicación de la huerta hidropónica y los alumnos solo tendrán los conocimientos que han adquirido en primaria.

Al finalizar las dos UUDDs e les va a realizar una evaluación sumativa. Se esperan que los resultados sean mejores que los de la evaluación diagnóstica y los resultados del curso anterior ya que este examen se realizará después de haber aplicado la huerta hidropónica.

En cuanto a los resultados de 1º de Bachillerato se espera que los resultados de la evaluación diagnóstica no sean buenos, ya que hay conceptos sobre plantas que se introducen por primera vez en 1º de Bachillerato.

En la evaluación sumativa de 1º de Bachillerato se esperan mejores resultados que en la evaluación diagnóstica y que la evaluación sumativa del curso anterior ya que la huerta hidropónica ya se habrá aplicado.

Tanto los resultados de 1º de la ESO y 1º de Bachillerato demostrarán la eficacia de esta herramienta y un aprendizaje significativo en estas UUDDs.

7.1.2 Eliminación de las ideas previas

Por un lado, se analizarán las ideas erróneas de los alumnos de 1º de la ESO.

En la pregunta N°6 que está relacionada con la idea previa errónea “Las plantas se alimentan de sales minerales y agua” se espera que los resultados mejoren después de la aplicación. En el curso 2018/2019 se espera que los resultados mejoren después de haber aplicado la huerta hidropónica.

La pregunta N°12 está relacionada con la idea previa errónea “Fotosíntesis de día y respiración de noche”, se espera que en el curso 2018/2019 los resultados mejoren gracias a la herramienta aplicada.

Por último, la pregunta N° 14 está relacionada con la idea previa errónea de “Las plantas no tienen reproducción sexual”, se espera que aumente el porcentaje de alumnos de 1º de la ESO que responde correctamente.

Se esperan mejores resultados en el curso donde se ha aplicado la huerta hidropónica, pero aun así, no se espera eliminar todas las ideas erróneas en todos los alumnos.

Por otro lado, también se analizarán las ideas previas que mantienen los alumnos de 1º de Bachillerato.

Se espera que disminuya el número de alumnos que piensan que “las plantas se alimentan de agua y minerales” (pregunta N° 9.a), los alumnos piensan que las plantas se alimentan de agua y minerales en lugar de alimentarse de alimentarse de materia orgánica que sintetizan.

En cuanto a la idea previa “equiparación entre fotosíntesis y respiración”, se espera que haya alumnos que sigan pensando que los animales hacen la respiración y las plantas solo la fotosíntesis (pregunta N° 9.b). La idea previa errónea “Las plantas realizan la fotosíntesis de día y respiración de noche” (pregunta N° 9.c) está relacionada con la pregunta anterior, en esta pregunta se espera que disminuya el porcentaje del alumnado que sigue pensando que los dos procesos no se pueden dar al mismo tiempo. Habrá alumnos que no consideren que los dos procesos se den en las plantas y además al mismo tiempo.

Para terminar, se esperan mejores resultados en la pregunta que está relacionada con la reproducción de las plantas (pregunta N° 9.d). Menor porcentaje del alumnado seguirá pensando que las plantas no tienen reproducción sexual y que solo se reproducen asexualmente.

Se espera que los alumnos de 1º de Bachillerato logren mejores resultados que los alumnos de 1º de la ESO, pero aun así, un pequeño porcentaje las siga manteniendo después de haber aplicado la huerta hidropónica.

Según un estudio realizado (López Díaz, 2014) el 85% del alumnado no considera la respiración y la fotosíntesis como procesos simultáneos que se dan en las plantas, mientras que el 80% de los alumnos piensan que las plantas no tienen reproducción sexual. Se espera que estos resultados sean superados con la huerta hidropónica, pero que algunos alumnos las sigan manteniendo.

Estos resultados demostrarán que la huerta hidropónica es eficaz en el aprendizaje significativo en las dos UUDs que están relacionadas con las plantas en 1º de la ESO y 1º de Bachillerato, ya que se logra eliminar gran parte de las ideas previas erróneas y por tanto hay un cambio conceptual.

7.1.3 Interés y motivación

Se espera que después de la aplicación de la huerta hidropónica el interés y motivación aumenten como se ha visto en un estudio (Klemmer et al., 2005). Las preguntas que están relacionadas con este aspecto son la Nº 3,4 y 7 y se espera que la valoración de estas preguntas aumente. En la pregunta Nº 3 se le pregunta sobre el interés que tienen sobre las plantas, en la Nº 4 sobre la importancia de la nutrición de las plantas y en la Nº 7 sobre el interés que tienen por la realización de experimentos científicos.

Además de preguntarles sobre el interés y la motivación, en las preguntas Nº1 y 6 se les va a preguntar sobre si se ven capaces de realizar una tarea y se espera que después de la aplicación se obtenga mejor puntuación, como se ha confirmado en un estudio (Blair, 2009) los alumnos tienen actitud positiva para realizar otras tareas. En la pregunta Nº 2 se les preguntara sobre el orgullo de producir sus propios frutas y vegetales, y se espera que la puntuación también aumente ya que antes de aplicar esta herramienta muy pocos habían producido en casa sus propias frutas y verduras. Para terminar, en la pregunta Nº 5 se les preguntará sobre la importancia que tiene comer saludable y se espera que después de aplicar la huerta hidropónica los alumnos le den más importancia.

7.2 Los aspectos organizativos y docentes

Sobre la evaluación de los aspectos organizativos se espera que la fecha de inicio del proyecto sea el acordado, si no es así se tendrá que convocar una reunión urgente para ponerlo en marcha lo antes posible.

También se va a evaluar si se cumple la duración del proyecto, se espera que se cumplen los plazos de tiempo ya que es muy importante que no se supere la duración del proyecto. El tiempo para cada UD es limitada, la superación del tiempo establecido supondrá quitar más tiempo a otras UDD o no dar tiempo a impartir alguna.

Por otro lado, se espera que a lo largo del proyecto se generen ciertos problemas con la huerta hidropónica, como por ejemplo, que alguna planta no germine o se muera. Para hacerle frente se harán reuniones en las que se establecerá como afrontar este tipo de problemas. Es importante que en cada sistema haya por lo menos una planta de cada especie sembrada, ya que no se han elegido al azar y que cada planta tiene una función específica en una actividad .

Para hacer frente a cualquier cambio organizativo se harán reuniones entre los responsables y se llegará a un acuerdo para actuar lo más rápido posible.

En cuanto a la formación del profesorado se espera que sea adecuada y que sean capaces de llevar a cabo el proyecto después de recibir la formación. Se espera que los profesores tengan pequeños problemas y no sepan afrontarlos, pero para solucionarlo también se harán reuniones. La motivación del profesorado también es muy importante ya que se la van a transmitir al alumnado, se espera que al principio la motivación sea alta, pero que con el tiempo baje, el jefe de departamento se encargará de la motivación y formación de los profesores de su departamento.

7.3 La Sostenibilidad del proyecto

Para evaluar la sostenibilidad del proyecto es fundamental hacer un presupuesto en el que aparezcan todos los materiales y el coste de ellos.

A la hora de calcular el presupuesto se ha pensado como ejemplo en aplicar la huerta hidropónica en cuatro grupos de 1º de la ESO y en un grupo de 1º de Bachillerato.

Los materiales que son necesarios para la puesta en marcha de la huerta hidropónica y la realización de actividades son muy variados. Para la puesta en marcha de la huerta hidropónica la mayoría de los materiales hay que comprarlos ya que es difícil que el centro los tenga, pero, hay algunos que en el centro se pueden encontrar (pH-metro, lámpara,...). Si en el laboratorio no hay pH-metro también se puede reducir el coste del pH-metro comprando tiras de pH que son más baratas.

Se ha pensado en total en poner en marcha 25 sistemas hidropónicos, 5 por cada grupo pensando que en cada grupo habrá 20-25 alumnos. Si el número de alumnos es mayor, se ha pensado en hacer grupos más grandes (5-6 personas) y así no tener que poner en marcha más sistemas. Poner en marcha la huerta hidropónica en todas esas aulas va a suponer un gasto de alrededor de 1200 € por año (Tabla 5) y se considera un proyecto sostenible ya lo que realmente cuesta realmente es ponerla en marcha, el mantenimiento no es costoso. De todas formas hay que tener en cuenta que el coste puede cambiar, si el número de alumnos fuera menor de 20 alumnos se podría reducir el gasto ya que se necesitarían menos sistemas.

La bandeja de cultivo es una bandeja la cual tiene 6 orificios, en esos 6 orificios se introducen 6 vasos los cuales tienen agujeros para estar en contacto con la solución. Además, también contiene unas pinzas y una bomba de aire, ya que es muy importante que las raíces puedan estar oxigenadas.

El cálculo de las unidades de botellas de fertilizante se ha realizado teniendo en cuenta que la solución hay que cambiarla cada 15 días y que cada botella de fertilizante se usa para 125L.

Por otro lado, se ha pensado en comprar diferentes semillas ya que en 1º de la ESO y Bachillerato se van a sembrar diferentes plantas con objetivo de poder aplicar las actividades propuestas. En 1º de la ESO se van a utilizar en cada sistema hidropónico 2 orificios para sembrar lechugas, 2 para zanahorias

y otros 2 para tomates, mientras que en 1º de Bachillerato se ha pensado en sembrar en 2 orificios tomates, en otros 2 remolachas y en los otros 2 hierbabuena y fresas.

La mayoría de los materiales que se necesitan para las actividades tanto en 1º de la ESO como en 1º de Bachillerato las podemos encontrar en el laboratorio, por ello, no se observan en la tabla (porta, cubre, tubos de ensayo, Bromotimol, etanol, acetona,...). Se espera que unos pocos materiales no se encuentren en el laboratorio, como pinceles y por ello se tendrán que comprar.

Tabla 5. Presupuesto estimado del proyecto.

Material	Unidades	Precio (€)
Bandeja de cultivo hidropónico	25	25 u X 19,90 €/u = 497,5 €
Fertilizante	37	37 u X 5 €/u = 185 €
Sustrato	25	5 u X 3 €/u = 15 €
pH metro	4	4 u X 18,09 €/u = 72,36 €
Semillas	7	8,81 €
Pinceles	4	4 u X 1,45 €/u = 5,80 €
Lámpara	25	25 u X 16,99 €/u = 424,75 €
Total		1209,22€

8. CONCLUSIONES

Después del planteamiento de una huerta hidropónica como un proyecto innovador para un aprendizaje significativo en plantas y la evaluación que se ha realizado se determina lo siguiente:

- La huerta hidropónica logra un aprendizaje significativo en plantas en alumnos de 1º de la ESO y 1º de Bachillerato.
- La puesta en marcha y mantenimiento por parte de los alumnos de la huerta hidropónica aumenta el interés y motivación de estos por la ciencia y las plantas.
- Los aspectos organizativos y docentes son viables, después de evaluar los posibles problemas que pueden surgir y como se van a solucionar.
- El proyecto es sostenible, ya que se considera que el coste no es muy elevado.

9. REFERENCIAS

Banet, E. (2000). La enseñanza y el aprendizaje del conocimiento biológico. Didáctica de las ciencias experimentales. *Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*, 456-466.

Blair, D. (2009). The child in the garden an evaluative review of the benefits of school gardening. *J Environ Educ*, 40, 15-38.

Campanario, J. M. y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar Ciencias?. Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17, 179-192.

Torikaguena, Lide (2013). Los errores conceptuales y las ideas previas del alumnado de ciencias en el ámbito de la enseñanza de la biología celular. Propuestas alternativas para el cambio conceptual. *Universidad del País Vasco (UPV)*.

Campanario, J. M. y Otero, J. C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18, 155-169.

Jiménez, M.P. (2009). La enseñanza y el aprendizaje de la biología. *Enseñar Ciencias*, Vol 3, 121-146.

López Díaz, M. C. (2014). Detección de preconceptos erróneos en la materia de Biología entre el alumnado de Educación Secundaria. *Universidad internacional de la Rioja (UNIR)*.

Mabie R, Baker M. (2010). A comparison of experiential instructional strategies upon the science process skills of urban elementary students. *J Agric Educ* 37(2):1–7.

Patchen A., Zhang L. y Barnett M. (2016). Growing Plants and Scientists: Fostering Positive Attitudes toward Science among All Participants in an Afterschool Hydroponics Program. *Sci Educ Technol*, 26, 279–294.

Pozo, J. I. y Gómez, M. A. (2006). ¿Por qué los alumnos no aprenden la ciencia que se les enseña?. *Aprender y enseñar Ciencias*, 17-32.

Klemmer CD, Waliczek TM, Zajicek JM. (2005). Growing minds: the effect of a school gardening program on the science achievement of elementary students. *HortTechnology* 15:448–452.

Waliczek TM, Logan P, Zajicek JM. (2003) Exploring the impact of outdoor environmental activities on children using a qualitative text data analysis system. *HortTechnology* 13:684–688.

10. ANEXOS

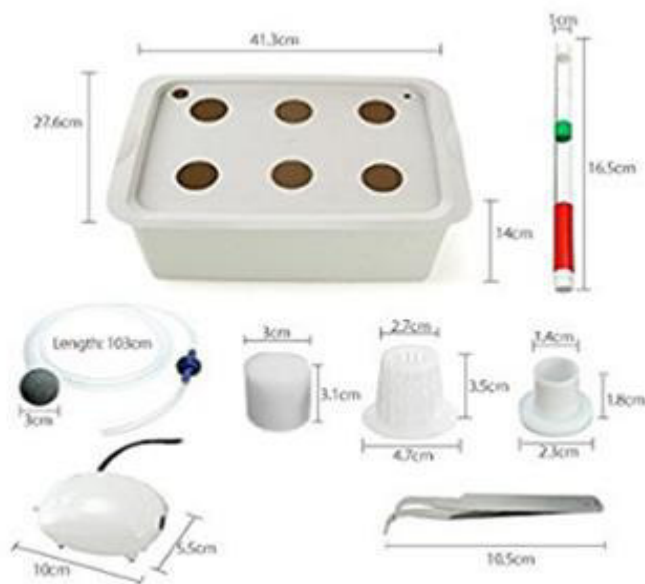
Anexo 1

Curso: 1º de la ESO

Actividad 1: Puesta en marcha de la huerta hidropónica

En esta actividad cada grupo de 4-5 personas pondrá en marcha la huerta hidropónica. Para ello, a cada grupo se le otorgará el siguiente material:

- Bandeja de cultivo
- Bomba aireadora
- pH metro
- Lámpara
- Sustrato: Lana de roca
- Semillas (tomate, lechuga y zanahoria)
- Agua y solución nutritiva



Procedimiento:

1) Para ponerla en marcha lo primero que hay que hacer es llenar la bandeja de agua y añadirle la solución nutritiva, teniendo en cuenta las medidas de la bandeja y que el contenido de la solución nutritiva es para 125L se realiza el cálculo del volumen que hay que añadir:

Volumen de la bandeja: $41,3 \text{ cm} \times 27,6 \text{ cm} \times 14 \text{ cm} = 15.958,32 \text{ cm}^3$.

$$15.958,32 \text{ cm}^3 \times \frac{1 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3} \times \frac{1 \text{ L}}{1 \text{ dm}^3} = 15,96 \text{ L por bandeja.}$$

$$15,96 \text{ L} \times \frac{0,5 \text{ L}}{125 \text{ L}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 63,84 \text{ mL de solución nutritiva.}$$

Por lo tanto hay que añadir 63,84 mL de solución nutritiva, se recomienda que no llene del todo la bandeja para que el agua no se desborde.

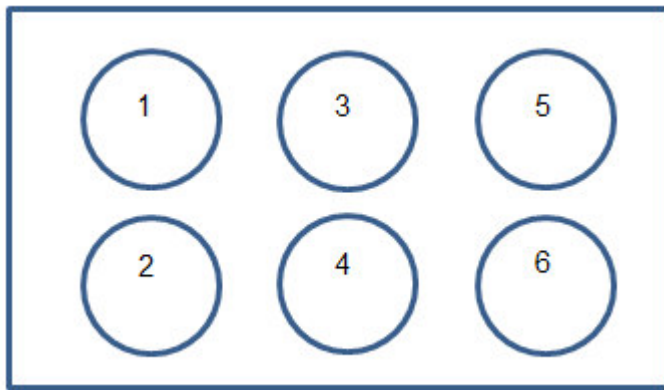
2) Se introduce el tubo de silicona (nos indica cual es el nivel del agua del sistema) y conecta a bomba aireadora. Hay que supervisar si funciona adecuadamente.

3) Se introduce un vaso en cada orificio, una esponja y sustrato.

4) Una vez se ha puesto en marcha el sistema se sembraran las siguientes plantas:

- 2 semillas de lechuga en el orificio 1 y otras 2 en el 2
- 2 semillas de zanahorias en el orificio 3 y otras 2 en el 4
- 2 semillas de tomates en el orificio 5 y otras 2 en el 6

Para ello, se introducirán las semillas indicadas en el sustrato que se pone en cada orificio.



5) Una vez puesta en marcha periódicamente se controlará el pH de la solución (profesor/a) y se cambiará la solución cada 15 días.

6) Cada semana se apuntará en el cuaderno los cambios que observa en las plantas (cada semana un miembro del grupo).

7) La lámpara y la bomba de aire se conectarán una vez que las semillas hayan germinado.

Curso: 1º de la ESO

Actividad 3. Nutrición: Respiración y Fotosíntesis.

Mediante este experimento se van a poder analizar los procesos de respiración y fotosíntesis. Para ello este experimento se va a realizar por grupos de 4 personas.

Los materiales necesarios para la realización son los siguientes:

- Planta (lechuga).
- Tubos de ensayo.
- Agua destilada.
- Pajita.
- Bromotimol.
- Papel de aluminio.
- Cúter.

Procedimiento:

1. Coger tres tubos de ensayo y nómbralos (A, B y C).
2. Llenar todos los tubos de ensayo con 10 mL de agua destilada (H₂O).
3. Introducir aire con una pajita en los tubos B y C.
4. Echar unas gotas de bromotimol a todos los tubos de ensayo.
5. Introducir un trozo de planta en el tubo B y C.
6. Tapar el tubo C completamente con papel de aluminio.

Después de haber realizado el experimento responde las siguientes preguntas:

-Observando el resultado que habéis obtenido ¿Qué color tiene cada tubo de ensayo? (coloréalo)



A: H_2O +bromo



B: H_2O +bromo timol
+ aire + planta



C: H_2O +bromo timol + aire +
planta + papel de aluminio

-¿Qué proceso ha ocurrido en cada tubo?

-Indica cuales son los gases que se encuentran en cada tubo de ensayo

-Si el primer tubo que contiene solo agua y bromo timol, se hubiera tapado con papel de aluminio ¿Qué habría ocurrido?

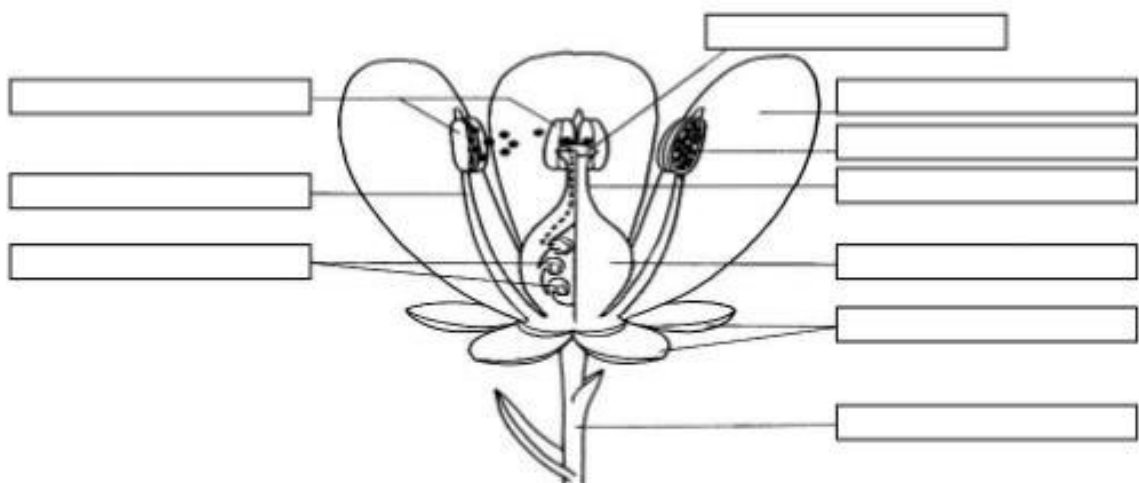
Curso: 1º de la ESO.

Actividad 4. Reproducción.

Individualmente cada alumno tendrá que acercarse al sistema de su grupo y observar en las flores de los tomates las siguientes estructuras:

- Estambre:
 - Antera y polen
 - Filamento
- Carpelo:
 - Estigma
 - Estilo
 - Ovario
 - Óvulo
- Sépalos
- Pétalos
- Pedúnculo

Una vez que hemos observado las partes de la flor indica las partes que observas en el siguiente dibujo.



Curso: 1º de la ESO.

Actividad 5. Clasificación de las plantas.

Clasifica en parejas las siguientes plantas según la hoja de la planta:

- Zanahoria
- Lechuga
- Tomate
- Cerezo
- Nogal
- Patata
- Manzano
- Uva
- Remolacha



Una vez que se ha clasificado la planta dependiendo teniendo en cuenta las hojas de la misma, indica que parte de esa planta nos comemos.

Planta	Raíz	Hoja	fruto	Semilla
Zanahoria				
Lechuga				
Tomate				
Cerezo				
Nogal				
Patata				
Manzano				
Uva				
Remolacha				

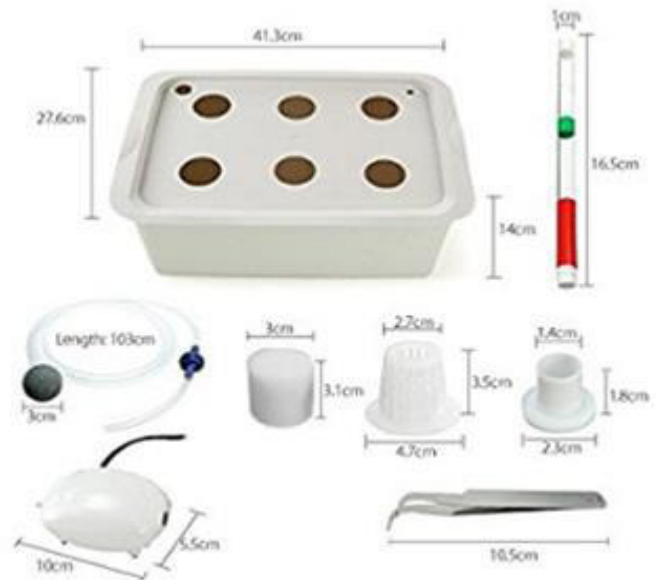
Anexo 2

Curso: 1º de Bachillerato

Actividad 1: Puesta en marcha de la huerta hidropónica

En esta actividad cada grupo de 4-5 personas pondrá en marcha la huerta hidropónica. Para ello, a cada grupo se le otorgará el siguiente material:

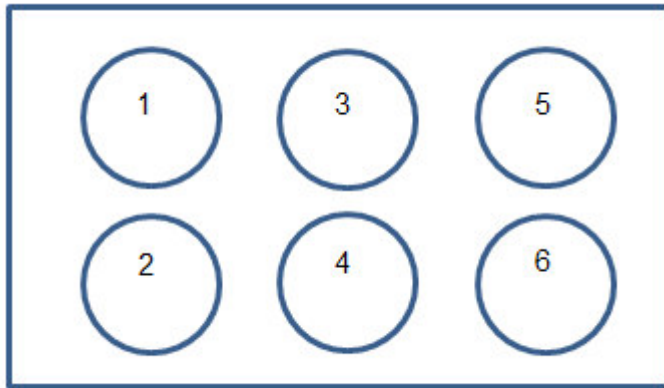
- Bandeja de cultivo
- Bomba aireadora
- pH metro
- Lámpara
- Sustrato: Lana de roca
- Semillas (tomate, lechuga y zanahoria)
- Agua y solución nutritiva



Procedimiento:

- 1) Buscar información sobre cómo poner en marcha el sistema.
- 2) Realizar el cálculo del volumen de solución nutritiva que hay que añadir teniendo en cuenta las medidas de la bandeja.

- 3) Poner en marcha el sistema.
- 4) Sembrar en el orificio 1 y 2 remolacha (para ello buscar cuantas semillas hay que sembrar en cada orificio)
- 5) Sembrar en el orificio 3 hierbabuena
- 6) Sembrar en el orificio 4 fresas
- 7) Sembrar en el orificio 5 y 6 tomates



- 8) Una vez puesta en marcha periódicamente se controlará el pH de la solución (profesor/a) y se cambiará la solución (buscar información).
- 9) Cada semana se apuntará en el cuaderno los cambios que observa en las plantas.
- 10) La lámpara y la bomba de aire se conectarán una vez que las semillas hayan germinado.

Curso: 1º de Bachillerato

Actividad 2: Resolución de un problema que tienen las plantas del sistema hidropónico.

Leer el siguiente mensaje que os ha enviado un amigo agricultor.

Buenos días:

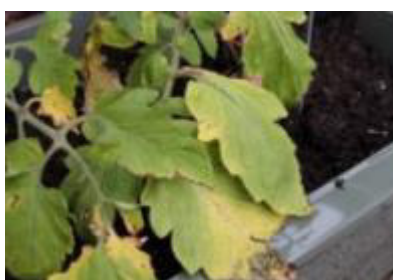
Recientemente me he enterado que estáis trabajando en un nuevo proyecto de un sistema hidropónico. ¿Qué tal os va todo? ¿Estáis aprendiendo cosas nuevas? Espero que la respuesta sea que sí...

Como sabéis tengo un sistema hidropónico de tomates. Todo iba bien, pero las plantas se me han amarillecido y no sé por qué.

He probado diferentes cosas (mayor humedad, menos luz, agua con abono,...), pero, las plantas siguen igual. He observado las raíces de las plantas, no tienen hongos y están sanas.



Antes



Después

La única cosa que he cambiado ha sido la solución nutritiva. Estas son las características de la solución:

- Rica en compuestos orgánicos (P y K) y en oligoelementos (Ca, Mo, Cu, Fe, Zn y Mn).
- Hormonas: Auxinas y citoquinas.

¿Qué creéis que puede ser?

Os agradecería a cada grupo que buscaseis información sobre 5 elementos esenciales (función, localización y concentración en las plantas) y me lo mandaseis.

Curso: 1º de Bachillerato

Actividad 4: Práctica de la permeabilidad de la membrana

En esta práctica se van a observar los cambios de la permeabilidad de la membrana después de aplicar tratamientos químicos y físicos. Para ello, se va a utilizar la raíz de la remolacha ya que tiene un color granate gracias al pigmento betalaina, se disuelve en el agua y gracias a esto se puede analizar en qué condición es más permeable la membrana.

Materiales y reactivos:

- Remolacha
- Perforador
- Bisturí
- Vasos de precipitado
- Tubos de ensayo
- Pinzas
- Termómetro
- Estufa
- Cronometro
- Etanol 60 %
- Acetona 30 %

Procedimiento:

- 1) Obtener 7 de 1 cm de diámetro discos de remolacha gracias al perforador.
- 2) Tratar cada disco con un tratamiento.
 - a. Temperatura ambiente durante 50 min (control) en un tubo de ensayo de 10 mL de agua desionizada.
 - b. Introducir un disco durante un minuto a 70°C y luego meterlo en un tubo de ensayo a temperatura ambiente.
 - c. Hacer lo mismo con 60°C.
 - d. Hacer lo mismo con 50°C.

e. Meter en el congelador un disco durante 5-10 minutos e introducirlo en un tubo de ensayo.

f. Introducir un disco en un tubo de ensayo de 10 mL de etanol 60 %.

g. Introducir un disco en un tubo de ensayo de 10 mL de acetona 30 %.

3) Al final de la clase se observa el color de cada tubo de ensayo y se determina que tratamiento es el que más efecto tiene en el cambio de la permeabilidad de la membrana.

Anexo 3

Curso: 1º de ESO

Evaluación diagnóstica

El siguiente cuestionario no cuenta para nota, se ha realizado con el objetivo de conocer vuestros conocimientos sobre la materia.

Marca con una X la respuesta correcta.

1. Las plantas no incapaces de crecer en un lugar sin sustrato.
☐ Verdadero
☐ Falso
2. La planta del tomate es...
☐ Árbol
☐ Arbusto
☐ Hierva
3. Las plantas de día solo hacen la fotosíntesis y a la noche solo la respiración.
☐ Verdadero
☐ Falso
4. Las plantas no tienen reproducción sexual
☐ Verdadero
☐ Falso
5. Las plantas se alimentan de luz del sol y sales minerales.
☐ Verdadero
☐ Falso

Curso: 1º de ESO

Evaluación sumativa (Examen final)

Marque con una X la opción correcta, las opciones correctas no restan, pero para aprobar se necesita un mínimo de 12 respuestas correctas.

1. La función de la bomba aireadora en el cultivo hidropónico es:
 - a. Controlar el pH
 - b. Proporcionar nutrientes a las raíces
 - c. Proporcionar O₂ a las raíces
2. Los macronutrientes primarios de las plantas son:
 - a. Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre (S)
 - b. Nitrógeno (N), Fosfato (P) y Potasio (K)
 - c. Hierro (Fe), Cobre(Cu) y Zinc (Zn)
3. La planta obtiene los minerales y el agua de:
 - a. La raíz
 - b. Las hojas
 - c. El tronco
4. La fotosíntesis es un proceso que ocurre en:
 - a. La raíz
 - b. El tronco
 - c. La hoja
5. La clorofila capta la luz necesaria para el proceso de fotosíntesis, pero en la célula ¿Dónde se sitúa la clorofila?
 - a. Núcleo
 - b. Mitocondria
 - c. Cloroplasto
6. Las plantas se alimentan de:
 - a. Agua y sales minerales
 - b. Materia orgánica que ellas sintetizan
 - c. Luz
7. En el proceso de fotosíntesis es necesario el siguiente gas:
 - a. Dióxido de Carbono (CO₂)
 - b. Oxígeno (O₂)

- c. Nitrógeno (N_2)
- 8. La savia bruta está compuesta por
 - a. Agua y sales minerales
 - b. Materia orgánica
 - c. Dióxido de carbono
- 9. Los productos de la fotosíntesis son:
 - a. Dióxido de carbono
 - b. Materia orgánica
 - c. Oxígeno y materia orgánica

Curso: 1º de Bachillerato.

Evaluación diagnóstica

El siguiente cuestionario no cuenta para nota, se ha realizado con el objetivo de conocer vuestros conocimientos sobre la materia.

Marca con una X la respuesta correcta.

10. Los macronutrientes primarios de las plantas son:

- a. Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre (S)
- b. Nitrógeno (N), Fosfato (P) y Potasio (K)
- c. Hierro (Fe), Cobre(Cu) y Zinc (Zn)

11. La fase oscura de la fotosíntesis ocurre en..

- a. Los tilacoides del cloroplasto.
- b. Matriz del mitocondria.
- c. Estroma del cloroplasto.
- d. Membrana interna de la mitocondria.

12. ¿Que hormona participa en la maduración de la fruta?

- a. Auxina
- b. Giberelina
- c. Citoquina
- d. Etileno

13. En el transporte pasivo el intercambio de sustancias se hace a favor de la gradiente.

- a. Verdadero
- b. Falso

14. El tropismo que se produce en las raíces es...

- a. Fototropismo
- b. Gravitropismo
- c. Tigmotropismo
- d. Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

Curso: 1º de Bachillerato.

Evaluación sumativa

1. ¿Cuáles son las vías que sigue el agua desde el sustrato hasta el xilema? Indica cuales son las vías de color verde y rojo y estructuras celulares atraviesan.



Una vez que el agua está en el xilema como explicas que se mueva hacia arriba de la planta? Si por gravedad tendría que ir hacia abajo?

2. Indica cuales son los tipos de transporte celular de intercambio de sustancias:

3. Indica los tipos de vasos conductores.

4. ¿En qué estado (abierto o cerrado) se encuentran los estomas en los siguientes casos?

- Falta de agua.
- Elevada concentración de O_2 .
- Es de noche.
- Es de día pero hace mucho calor.
- Es de día y la temperatura es suave.

5. Relaciona los siguientes términos: abscisión, latencia, ácido abscísico (ABA), dormición.

6. El *Euzomodendron bourgaenum* es una angiosperma endémica de Almería, vive en el desierto de tabernas donde al pluviosidad media anual es < 200 mm y las T^a oscilan entre -5 y $48^{\circ}C$ ¿Cómo serán las

raíces de esta planta? ¿Qué relación guarda este dato con los fenómenos de tropismo?

7. Uno de los productos españoles más valorados en el mercado son los espárragos blancos de Navarra. Para su cultivo se entierra los tallos destinados al consumo, se dejan crecer y se recogen cuando la yema apical asoma a la superficie.

a. ¿Por qué son blancos estos espárragos?

b. Razona: si recibiesen luz: ¿cambiaría su color?

¿Desarrollarían yemas laterales?

c. Si analizamos la yema apical de estos espárragos blancos ¿qué hormona es responsable de que los tallos se vuelvan verdes y desarrollen yemas laterales?

8. ¿Por qué son necesarias las sustancias de reserva de las semillas? ¿En qué momento de su desarrollo puede dejar de depender de estas reservas para su alimentación?

9. Marc si las siguientes oraciones son verdaderas (V) o falsas (F).

a. Las plantas se alimentan de agua y minerales.

b. Las plantas solo realizan la fotosíntesis y los animales la respiración.

c. Las plantas de día realizan la fotosíntesis y por la noche la respiración.

d. Las plantas solo tienen reproducción asexual.

Anexo 4

Encuesta sobre el interés y la motivación de la huerta hidropónica

Valora del 1 al 5 los siguientes aspectos, marcando con una X las siguientes casillas (el 1 es el peor valor y el 5 el mejor).

	1	2	3	4	5
Nº1. Me siento capaz de producir un pequeño huerto en casa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nº2. Me gusta producir plantas y cosechar el fruto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nº3. Me gustaría saber más cosas sobre las plantas de las que sé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nº4. Es importante entender los procesos de nutrición que se dan en las plantas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nº5. Es importante comer frutas y verduras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nº6. Soy capaz de hacer ejercicios sin ayuda	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nº7. Me gusta aplicar la teoría en experimentos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

